

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04150401
PUBLICATION DATE : 22-05-92

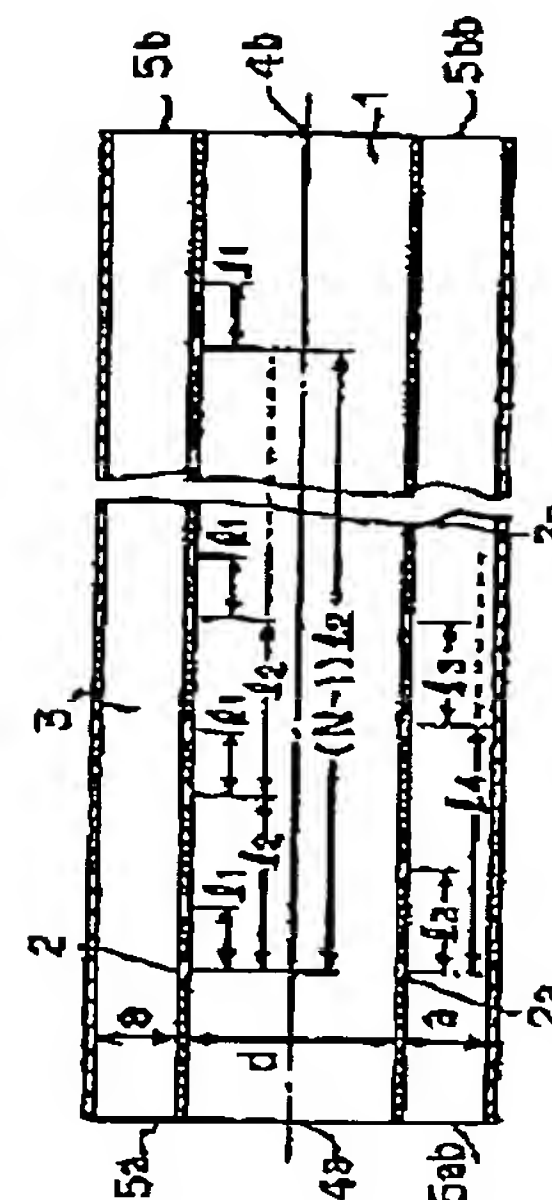
APPLICATION DATE : 12-10-90
APPLICATION NUMBER : 02273783

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : NAKAMURA NAOKI;

INT.CL. : H01P 1/16 H01P 5/18

TITLE : MODE-COUPLED TYPE DIRECTIONAL COUPLER



ABSTRACT : **PURPOSE:** To increase the degree of coupling of plural auxiliary waveguides with a circular main waveguide even to a high frequency exceeding 100GHz so that the electric power made incident to and reflected by the circuit waveguide can be monitored exactly by providing the plural auxiliary waveguides against the circular main waveguide and providing plural sets of coupling holes in each auxiliary waveguide, with each set of the coupling holes being composed of plural holes.

CONSTITUTION: On one auxiliary waveguide 3 side in the figure, the coupling holes 2 are provided at intervals l_1 and each two adjacent holes constitute one set. A total of N sets of holes 2 is provided at regular intervals l_2 , with the total number of the holes 2 being $2N$. On the other auxiliary waveguide 3a side, the holes 2a are provided at regular intervals l_3 and each adjacent holes constitute one set. A total of N sets of holes 2a are provided at regular intervals of l_4 . When the auxiliary waveguides 3 and 3a are constituted in such way, the TE_{10} mode can be monitored from the intervals l_1 and l_2 satisfying a specific relation on one auxiliary waveguide 3 which uses the propagation mode of the main waveguide 1 as a TE_{04} mode and the incident power can be monitored at an opened end 5b.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-150401

⑬ Int. Cl.⁹
H 01 P 1/16
5/18

識別記号 庁内整理番号
B 7741-5 J
7741-5 J

⑭ 公開 平成4年(1992)5月22日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 モード結合型方向性結合器

⑯ 特 願 平2-273783

⑰ 出 願 平2(1990)10月12日

⑱ 発 明 者	坂 本 慶 司	茨城県那珂郡那珂町向山字中原801番地の1 日本原子力研究所那珂研究所内
⑱ 発 明 者	後 藤 正 治	茨城県那珂郡那珂町向山字中原801番地の1 日本原子力研究所那珂研究所内
⑱ 発 明 者	永 島 孝	茨城県那珂郡那珂町向山字中原801番地の1 日本原子力研究所那珂研究所内
⑱ 発 明 者	中 村 直 樹	兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社通信機製作所内
⑲ 出 願 人	日本原子力研究所	東京都千代田区内幸町2丁目2番2号
⑲ 出 願 人	三菱電機株式会社	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
⑲ 代 理 人	弁理士 大岩 増雄	外2名

明 細 書

1. 発明の名称

モード結合型方向性結合器

2. 特許請求の範囲

大電力高周波の誘導モードおよびこの基本モード以外の伝搬が可能な円形主導波管と、この円形主導波管の周方向で互いに離隔し、前記円形主導波管の径方向と同一方向における寸法が前記円形主導波管の直径より短く、かつ前記円形主導波管の管軸方向に配設された複数の副導波管とを備え、これら各副導波管の空間に電磁的に結合する複数の結合孔を1つの組とし、組間の距離を等間隔とした複数の前記組における前記各結合孔を、前記円形主導波管の前記副導波管に対向する管壁に設け、前記各副導波管について前記組間の距離を互いに異ならせたモード結合型方向性結合器。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、核融合実験装置でのプラズマ加熱に用いられる大電力ミリ波発振器ジャイロトロン

の出力をモニタするのに利用するモード結合型方向性結合器に関する。

【従来の技術】

第3図は従来のモード結合型方向性結合器を示す一部破断斜視図であり、図において、1は大電力高周波のTE₀₁モードを伝搬可能な円形主導波管、2は結合孔、3は結合孔2を避けてTE₀₁モードを結合する副導波管である。第4図は第3図に示した従来のモード結合型方向性結合器の断面図であり、図において、4aは円形主導波管1のTE₀₁モードの入射口、4bは円形主導波管1のTE₀₁モードの出口、5a及び5bは副導波管3の開口端である。そして同一形状の結合孔2が等間隔Lで複数個設けられている。第5図はモード結合型方向性結合器の円形主導波管1の中心軸に垂直な面での断面図であり、図において、副導波管3の形状は開口部の縦横寸法がa×bの方形導波管であることを示している。

次に動作について説明する。まず、円形主導波管1内のTE₀₁モードの管内波長をλ_gとした場

特開平 4-150401(2)

合には、結合孔 2 の間隔 l を $\frac{1}{4}\lambda_g$ に設定し、副導波管 3 内の基本モードである TE_{10} モードの管内波長 λ_{g3} を λ_g に等しくなる様に副導波管の内寸を定める。これによって円形主導波管 1 の入射口 4 a より入射した TE_{10} モードは、副導波管 3 内の TE_{10} モードと結合孔 2 を通して結合するが、副導波管 3 内の TE_{10} モードは、開口端 5 b 方向へは TE_{10} モードとは位相的に加わるため伝搬するが、開口端 5 a 方向へは位相が打消されるため伝搬せず、従って方向性を有することとなる。また、結合孔 2 の個数は、周波数特性を良くするためには少ない方がよいが、低出力の誘引発振器による方向性の測定等を精度良く行うためには、結合度が 40 dB 程度より大きい方が望ましく、従って結合孔 2 の個数はある程度多くしている。

【発明が解決しようとする課題】

従来のモード結合型方向性結合器は以上のように構成されているので、周波数が、プラズマ加熱に用いられる大電力ミリ波発振器ジャイロトロンにおけるように 100 GHz 以上に高周波化が進め

られると、伝送電力を大きくするため円形主導波管 1 の直径 d を小さくできないので、円形主導波管 1 内の TE_{10} モードの管内波長 λ_{g1} が自由空間波長 λ に近くなり、副導波管 3 内の基本モードである TE_{10} モードの管内波長 λ_{g3} をこれに等しくすると、副導波管 3 の寸法 a の値が大きくなり、副導波管 3 がオーバーサイズとなってしまい、基本モード以外のモードも発生し、方向性結合器として出力のモニタをすることが困難になるなどの課題があった。

この発明は上記のような課題を解消するためになされたもので、100 GHz を越えるような高い周波数に対しても、副導波管の寸法を大きくせずに円形主導波管との結合度を大きくし、しかも、すぐれた方向性を持たせて円形主導波管に対する入力電力及び反射電力を正確にモニタしうる新規なモード結合型方向性結合器を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

この発明に係るモード結合型方向性結合器は、

- 3 -

基本モードおよびこの基本モード以外のモードを伝搬する円形主導波管と、この円形主導波管の同方向において互いに離隔し、円形主導波管の径方向と同一方向における寸法 a が円形主導波管の直径 d より短く、かつその管軸方向に配設された複数個の副導波管とを備え、各副導波管の空胴に電磁的に結合する複数個の結合孔を 1 組とし、これらの組間の距離を等間隔とした結合孔の複数组を円形主導波管の管壁に設け、各副導波管において組間の距離を互いに異ならせるようにしたものである。

【作用】

この発明における複数個の結合孔からなる 1 組は、各副導波管内のモードについて一方向へは位相が打消されるように設けられ、それによってその位相を打消す方向へは副導波管内のモードを伝搬させないようにして方向性を持たせることを可能にする。また、複数個の副導波管を設けて結合孔の複数组の組間の距離を互いに異ならせることによって円形主導波管を伝搬する基本モード以外

- 5 -

- 4 -

のモードをもモニタすることが可能になる。

【実施例】

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第 1 図において、3、3a は円形主導波管 1 に対して対称的に配置された副導波管であり、一方の副導波管 3 側において、2 は結合孔であり、これらは間隔 l_1 をもって設けられた 2 個が 1 組となり、等間隔 l_1 ごとに N 組、合計 2N 個設けられている。また、他方の副導波管 3a 側においても、2a は結合孔であり、これらは間隔 l_2 をもって設けられた 2 個が 1 組となり、等間隔 l_2 ごとに N 組設けられている。ここで、間隔 l_1 と間隔 l_2 とは異なり、また、間隔 l_1 と間隔 l_2 とは異なるように構成される。なお、その他の第 4 図に示したものと同一の構成部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

ところで、例えば一方の副導波管 3 における 1 組の結合孔 2 による TE_{10} モードの結合度を C とすると、間隔 l_1 で設けた 2 個の結合孔 2 による円形主導波管 1 の入射口 4 a より入射した TE_{10}

- 6 -

特開平 4-150401(3)

モードの、副導波管 3 の開口端 5 b 方向への結合係数 V_r 、および副導波管 3 の開口端 5 a 方向への結合係数 V_a は、それぞれ次式で表わせる。

$$\begin{aligned} V_r &= C_0 \left\{ 1 + \exp(-j \cdot \frac{4\pi z}{\lambda_r}) \right\} \\ &= 2 C_0 \cos \frac{2\pi z}{\lambda_r} \cdot \exp(-j \cdot \frac{2\pi z}{\lambda_r}) \\ V_a &= C_0 \left\{ 1 + \exp(-j \cdot \frac{4\pi z}{\lambda_a}) \right\} \\ &= 2 C_0 \cos \frac{2\pi z}{\lambda_a} \cdot \exp(-j \cdot \frac{2\pi z}{\lambda_a}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_r &= \frac{2\lambda_{g1} \cdot \lambda_{g2}}{\lambda_{g2} - \lambda_{g1}} \\ \lambda_a &= \frac{2\lambda_{g1} \cdot \lambda_{g2}}{\lambda_{g2} + \lambda_{g1}} \end{aligned}$$

ここで、 λ_{g1} および λ_{g2} はそれぞれ円形主導波管 1 および副導波管 3 での管内波長である。よって、方向性を良くするためには、

$$z = \frac{2m_1 - 1}{4} \lambda_a \quad (m_1 = 1, 2, 3, \dots)$$

とすれば、 $|V_a| = 0$ とすることができるので、一方の副導波管 3 内における例えば、TE₁₀モードは、開口端 5 a 方向へは位相が打消されるため、

- 7 -

λ_a により TE₁₀モードを開口端 5 b にて入射電力をモニタすることができる。他方、円形主導波管 1 に反射してくるミリ波は導波管の不連続や曲がり、あるいは負荷等からの反射であり、そのモードは変わっている。しかし、他方の副導波管 3 a を設けることによって、例えば TE₁₀モードとして反射電力をもモニタすることが可能となる。

一例として、円形主導波管 1 の伝搬モードを TE₁₀モード、周波数を 120GHz、円形主導波管 1 の直径 d を 3.7mm、副導波管 3 の縦内寸法 a を 2.032mm、横内寸法 b を 1.016mm とすると、円形主導波管 1 での TE₁₀モードの管内波長 λ_{g1} は 2.607mm、副導波管 3 での TE₁₀モードの管内波長 λ_{g2} は 3.167mm となり、前述の式で $m_1 = 2$ 、 $m_2 = 1$ とすることにより、 $\lambda_r = 2.15$ mm、 $\lambda_a = 14.75$ mm となる。このように、結合孔 2 の間隔を設定すると、方向性は計算上は dB 表示で無限大となり、また結合度 C は、結合孔 2 の組の数 N を 40、1 個の結合孔 2 による結合度 C_0 を 7.7dB とすると、

- 9 -

その TE₁₀モードを伝搬させず、従って方向性を持たせることができる。また、

$$z = \frac{m_2 - 1}{2} \lambda_r \quad (m_2 = 1, 2, 3, \dots) \quad (1)$$

とすると $|V_r|$ が最大となり、少ない結合孔 2 で大きな結合度を得られる。よって、

$$\lambda_r = \frac{2m_1 - 1}{4} \lambda_a, \quad \lambda_r = \frac{m_2 - 1}{2} \lambda_r, \quad (2)$$

の関係が得られるように 2N 個の結合孔 2 を設ければ、100GHz を越えるような高周波に対しても方向性の良いモード結合型方向性結合器が得られる。

同様に、他方の副導波管 3 a においても、例えば TE₁₀モードに対して今度は開口端 5 a b 方向へは伝搬されずに開口端 5 b b 方向に伝搬するように方向性を持たせ、また結合孔 2 a で大きな結合度を得られるように、上記(1)式、(2)式と同様にして間隔 λ_r 、 λ_a を設定することができる。

このような構成によって、円形主導波管 1 の伝搬モードを TE₁₀モードとすると一方の副導波管 3 によって上記(1)式、(2)式を満足する間隔 λ_r 、

- 8 -

$C = -20 \log_{10}(2N C_0 \cos \frac{2\pi z}{\lambda_r}) = 40(\text{dB})$ となる。これにより、低出力の誘引発振器による方向性の測定を精度良く行えるようになる。

また、不要モードに対するモード弁別度は、円形主導波管 1 内の管内波長の違いを利用して、結合孔 2 の組の数を適宜に選ぶことにより、良好なモード弁別度となる。

なお、上記実施例では 2 個を 1 組とする N 組の結合孔 2 によりモード結合型方向性結合器を得たが、第 2 図に示すように、間隔 λ_r で設けた 2 個の結合孔 2 および間隔 λ_a で設けた 2 個の結合孔 2 a を、前述の式を用いて、結合孔の数を増すことにより結合係数が小さくならないようにして求めたある間隔 λ_r および間隔 λ_a をもって複数組設け、これらを 1 組としてさらに N 組の結合孔を設けてもよい。

また、上記実施例では、2 個の結合孔 2 によって方向性を持たせるようにしたが、結合孔 2 は 9 個以上であってもよく、結合孔 2 の間隔を、方向性を持たせるように設定することにより上記実施

- 10 -

特開平 4-150401(4)

例と同様の効果を奏する。

そして、上記実施例では、円形主導波管 1 に対して 2 個の副導波管 3、3a を設けたものを示したが、対称的に 4 個以上の副導波管を設け、反射してくる異なるモードについてもモニタするようにして反射電力をより正確にモニタすることも可能である。

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば円形主導波管に対して複数の副導波管を設け、各副導波管において複数の結合孔を 1 組として複数組設ける構成としたので、100GHz を越えるような高い周波数に対しても、副導波管の寸法を大きくせずに円形主導波管との結合度を大きくし、かつ方向性を持たせて円形主導波管に対する入射電力および反射電力を正確にモニタできるものが得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明の一実施例によるモード結合型方向性結合器を示す断面図、第 2 図はこの発明

の他の実施例によるモード結合型方向性結合器を示す断面図、第 3 図は従来のモード結合型方向性結合器を示す一部断面斜視図、第 4 図は第 3 図に示すモード結合型方向性結合器を示す断面図、第 5 図は第 3 図に示すモード結合型方向性結合器の円形主導波管の軸に垂直な面での断面図である。

1 は円形主導波管、2、2a は結合孔、3、3a は副導波管。

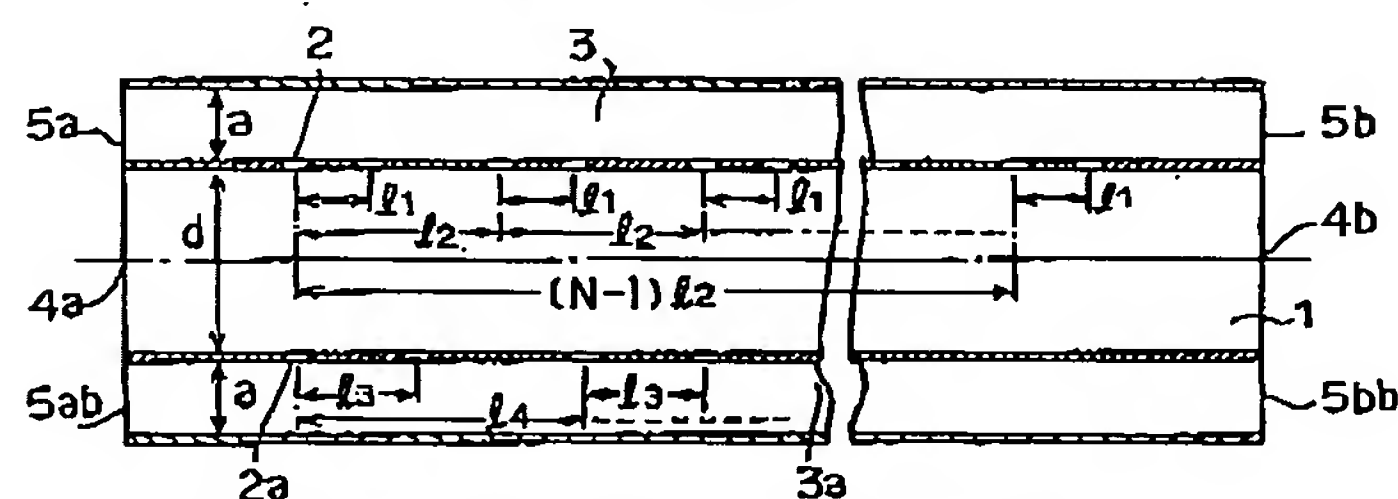
なお、図中、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄

- 1 1 -

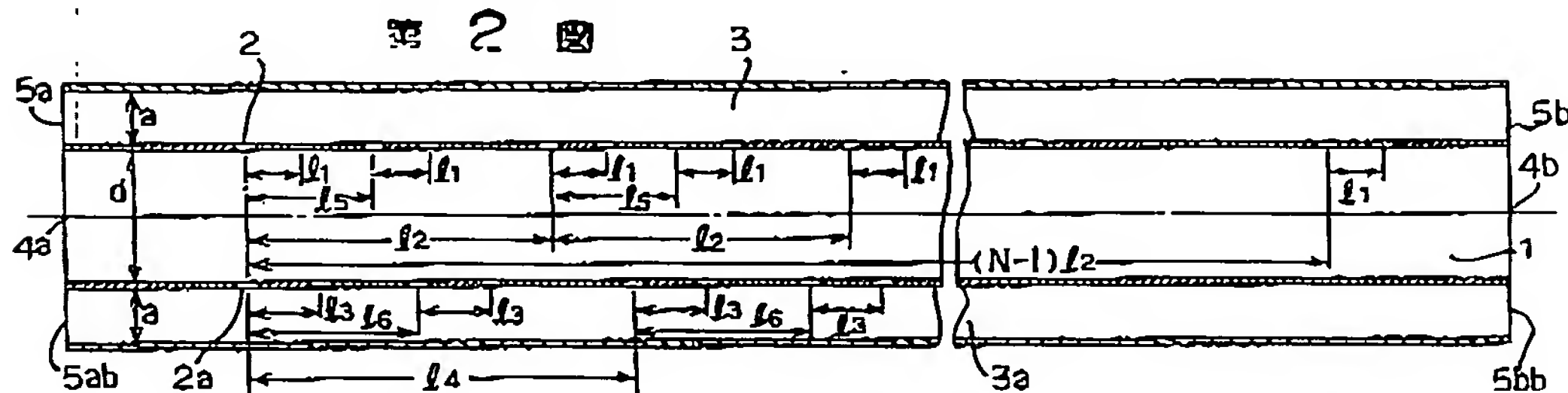
- 1 2 -

第 1 図



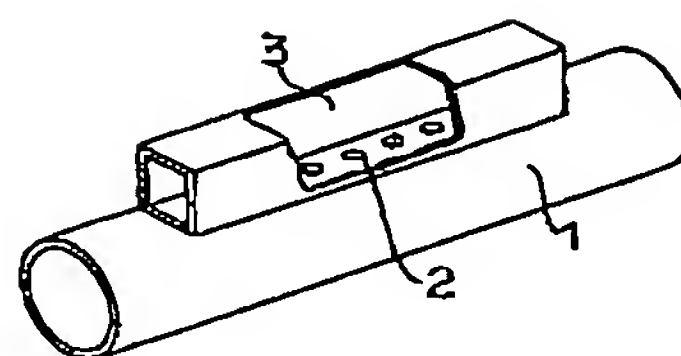
1: 円形主導波管 2, 2a: 結合孔 3, 3a: 副導波管

第 2 図

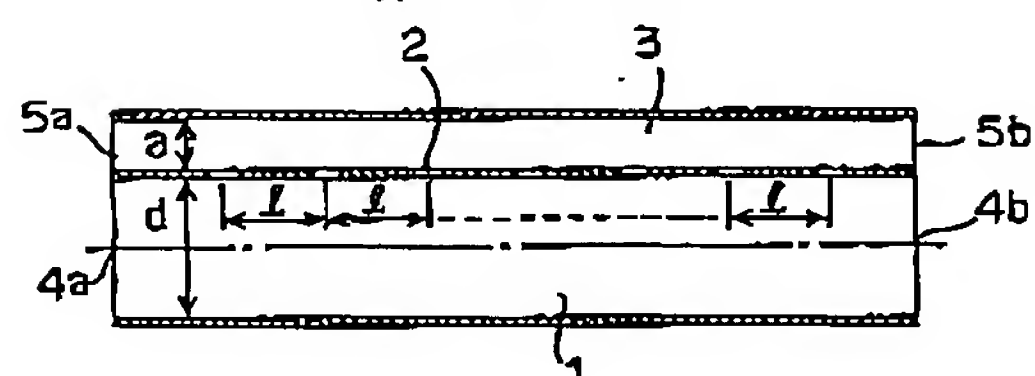


特開平 4-150401(5)

第 3 図



第 4 図



第 5 図

